

Approved For Release 2009/07/16 : CIA-RDP80T00246A007300130002-5

Page Denied

Next 1 Page(s) In Document Denied

"DOKLADY" *Fily*
ДОКЛАДЫ
АКАДЕМИИ НАУК СССР
of the Academy of Sciences

1957

Том 116, № 8

*Some Studies on the Fluorescence
of Aromatic Amino Acids*

YU. A. Vladimirov

Рассмотренные особенности годового хода температуры в некоторых районах Тихого океана в равной степени являются типичными и для других океанов, в которых имеются районы с соответствующими гидрометеорологическими условиями. Поэтому при изучении годовых колебаний температуры воды в поверхностном слое Мирового океана следует иметь в виду возможность встречи с любым из указанных типов.

Государственный океанографический институт
Главного управления гидрометеорологической службы

Поступило
24 I 1957

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ T. Skog s b e r g, Trans. Am. Phil. Soc. Philadelphia, 29 (1936).

Доклады Академии наук СССР
1957. Том 116, № 5

Biophysics
БИОФИЗИКА

Ю. А. ВЛАДИМИРОВ

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ АРОМАТИЧЕСКИХ АМИНОКИСЛОТ

(Представлено академиком А. Н. Терениным 30 V 1957)

Флуоресценция ароматических аминокислот наблюдалась Шором и Парди⁽¹⁾; спектры флуоресценции изучались автором совместно с С. В. Коневым⁽²⁾, С. В. Коневым⁽³⁾ и более тщательно Тилом и Вебером⁽⁴⁾. По-видимому, способность ароматических аминокислот флуоресцировать приводила к миграции энергии с этих аминокислот на акцептор энергии в опытах Бюхера и Касперса⁽⁵⁾, Баннистера⁽⁶⁾, Шора и Парди⁽⁷⁾ и Конева⁽⁸⁾, осуществлявшейся по резонансному механизму⁽⁹⁾. Действительно, нами было показано, что при замене ароматических аминокислот флуоресцирующим красителем в качестве донатора энергии в системе СО — гемоглобин сохраняется способность передачи поглощенной энергии на гем⁽⁶⁾.

В настоящей работе мы поставили своей задачей изучить возможности передачи энергии кванта от различных донаторов на ароматические аминокислоты, которые высвечивают его в виде света люминесценции. Для опытов применялась установка, сходная с установкой Шора и Парди⁽¹⁾, с использованием монохроматора спектрофотометра СФ-4 для выделения возбуждающих линий и более мощного источника возбуждающего

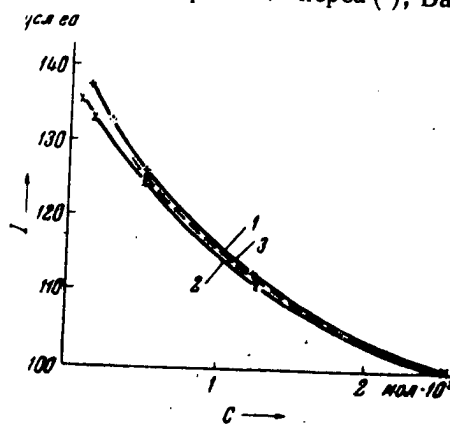


Рис. 1. Концентрационное тушение флуоресценции триптофана в растворе: 1 — при возбуждении длиной волны 280 мμ; 2 — 254 мμ; 3 — 265 мμ

излучения — 1000-ваттной ртутной лампы (ПРК-7). Измерения интенсивности флуоресценции осуществлялись приемно-усилительной частью СФ-4. Для повышения точности измерений интенсивность флуоресценции растворов сравнивалась со стандартом. Для определения относительной интенсивности линий при измерении спектров возбуждения применялось урановое стекло ЖС-9, квантовый выход флуоресценции которого постоянен при возбуждении различными длинами волн в пределах исследуемой области⁽⁹⁾.

Для выяснения возможности переноса энергии между одинаковыми молекулами мы исследовали возможность концентрационного тушения флуоресценции аминокислот (тирозина, триптофана и фенилаланина)* в 0,2 М водном растворе Na_2HPO_4 . При использовании растворов, имеющих при

* Использовались хроматографически однородные аминокислоты, дающие спектры поглощения и возбуждения люминесценции в растворах, сходные с литературными^(1,1). Аминокислоты были любезно предоставлены нам Н. П. Мешковой и А. Н. Белозерским.

длине волны возбуждающего света оптическую плотность больше 1, и светофильтров, пропускающих только компоненту флуоресценции, не подвергавшуюся реабсорбции (УФС-3 + БС-7 для триптофана, УФС-3 для тирозина и фенилаланина), нам удалось наблюдать небольшое концентрационное тушение в растворах триптофана и тирозина (рис. 1 и 2). В растворе фенилаланина эффекта не наблюдалось при возбуждении флуоресценции линией 253,7 мμ (рис. 2). Как видно из рис. 1 и 2, кривые концентрационного тушения имеют одинаковую форму для разных длин волн возбуждающего света. Это обстоятельство говорит в пользу того, что возможной причиной тушения является не образование ассоциатов аминокислот (*), а миграция энергии между молекулами.

В табл. 1 приведены относительные интенсивности флуоресценции порошков и растворов аминокислот. В случае порошков экстраполированием из области 320—570 мμ, где аминокислоты уже не поглощают, вводилась поправка на рассеянный и отраженный свет. Интенсивности флуоресценции приведены к 100% поглощения, т. е. представляют собой относительные

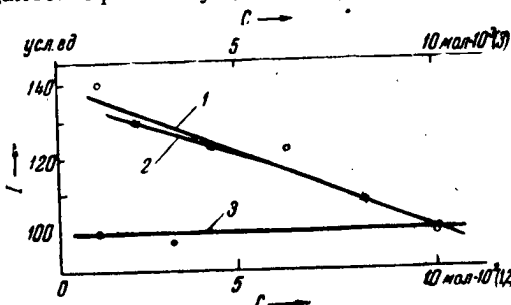


Рис. 2. Концентрационное тушение в растворе: 1 — тирозин при возбуждении длиной волны 265 мμ; 2 — тирозин при 280 мμ; 3 — фенилаланин при возбуждении длиной волны 254 мμ

Таблица 1

Относительная интенсивность флуоресценции аминокислот в растворе и в сухом состоянии

Аминокислота	Фильтр, отсекающий возбуждающий свет	Полоса пропускания фильтра (в скобках максимум), мμ	Интенсивность флуоресценции, усл. ед.		I_2/I_1
			раствор 0,1 М (I_1)	порошок (I_2)	
Триптофан	УФС-3	310—400 (360)	480	2500	5,3
Тирозин	УФС-3	310—400 (360)	120	78	0,6
Фенилаланин	УФС-3	310—400 (360)	5,6	330	58
	УФС-2+ФС-7	290—390 (347)	13	650	50

квантовые выходы растворенных и кристаллических аминокислот. Можно грубо оценить и величину абсолютного квантового выхода флуоресценции порошков (ср. с (*)), который в случае триптофана и фенилаланина имеет порядок единицы. Такое поведение молекул присуще ряду ароматических соединений, у которых оно обусловлено миграцией экситона.

Квантовый выход флуоресценции триптофана и фенилаланина в сухом состоянии оказался постоянным для ряда длин волн в области собственного поглощения: 230—290 мμ для триптофана и 230—270 мμ для фенилаланина. Кристаллический аланин и лизин не флуоресцировали в сухом состоянии, как и в растворе. Для выяснения возможности передачи энергии между разнородными молекулами аминокислот был поставлен опыт по изучению спектров возбуждения триптофановой флуоресценции системы фенилаланин—триптофан ($1 \cdot 10^{-4}$ мол. фенилаланина + $2,2 \cdot 10^{-3}$ мол. триптофана на 1 л 0,2 М Na_2HPO_4). Не приводя полностью полученные кривые, отметим только, что наблюдаемый экранирующий эффект фенилаланина несколько ниже теоретического и меньше в более концентрированных

растворах. Так, для исходного раствора эффект оказался равным 85 и 86,5% от теоретического, а для раствора, разведенного в 5 раз, 94,2 и 93,5% для длин волн 253,7 и 265 м μ , соответственно *.

Значительно более отчетливо сенсibilизованная фенилаланином флуоресценция триптофана может наблюдаться в смешанных кристаллах этих

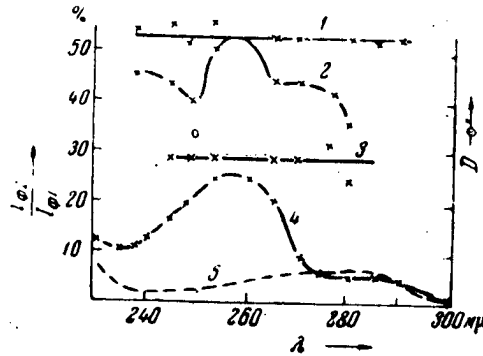


Рис. 3

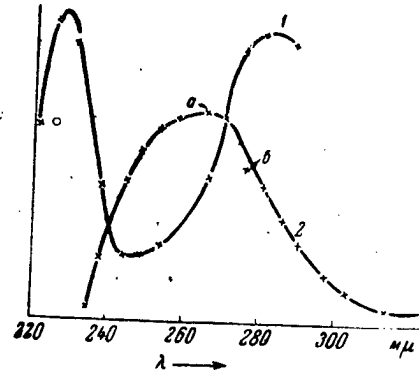


Рис. 4

Рис. 3. Люминесценция аминокислот в кристаллах. 1 — относительный квантовый выход флуоресценции триптофана; 2 — спектр возбуждения «триптофановой» флуоресценции смешанных кристаллов (с фильтром 2); 3 — спектральный состав флуоресценции смешанных кристаллов; 4 и 5 — спектры поглощения той же смеси и ее триптофановой компоненты в растворе

Рис. 4. Относительный квантовый выход белковой флуоресценции дрожжей (1) и спектр поглощения суспензии дрожжей относительно светорассеивающей суспензии $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (2); а — нуклеиновый, б — белковый максимумы в общем спектре поглощения

веществ, которые мы получали или осаждением их из водных растворов добавлением 9 объемов ацетона или же путем непосредственного упаривания досуха водного раствора в вакууме. Мы измеряли спектры возбуждения флуоресценции таких осадков, применяя для отсекания возбуждающего света два светофильтра: фильтр 1 (ФС-7 + УФС-2), пропускающий флуоресценцию и фенилаланина и триптофана, и фильтр 2 (УФС-3 + БС-7), который пропускал почти исключительно флуоресценцию триптофана (максимумы пропускания соответственно 344 и 370 м μ). Отношение интенсивностей флуоресценции, пропускаемых этими фильтрами, I_f/I_0 , служило спектральной характеристикой флуоресценции. Полученные данные представлены на рис. 3 и в табл. 2, из которых видно следующее:

1. Спектральный состав люминесценции осадков одинаков при возбуждении светом различных длин волн; он близок спектральному составу испускания триптофана и резко отличается от флуоресценции фенилаланина.

2. Относительная интенсивность флуоресценции смеси больше при возбуждении линией 254 м μ , чем линией 280 м μ , той же интенсивности (по числу квант в единицу времени), хотя в опытах на долю триптофана при 254 м μ приходилось лишь около 10%, а при 280 м μ — 100% от общего поглощения света в системе (см. рис. 3).

Таким образом кванты, поглощенные в системе как фенилаланином, так и триптофаном, высвечиваются в виде флуоресценции триптофана, и мы имеем, по-видимому, дело с миграцией энергии от фенилаланина на триптофан, которая, вероятно, осуществляется по механизму экситона (на каждую молекулу триптофана приходилось 10^3 молекул фенилаланина).

Большой интерес представляет вопрос о переносах энергии, совершающихся в живых объектах, при наличии высокоорганизованных биологических систем.

* Вследствие низкого квантового выхода флуоресценции фенилаланина в растворе (4%) (*) рефлексия света этой флуоресценции триптофаном не могла обусловить наблюдаемый эффект, и он может быть объяснен переносом энергии от фенилаланина на триптофан.

ческих структур. Нами изучались спектры возбуждения флуоресценции живых дрожжей: при этом измерялась белковая люминесценция (применялся светофильтр УФС-3). Полученный спектр возбуждения и спектр поглощения дрожжей *Saccharomyces vini* изображены на рис. 4, из которого

Таблица 2

Флуоресценция смешанных кристаллов фенилаланина и триптофана

	Осадки					Триптофан	Фенилаланин
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5		
Относительная эффективность линий: 254/280 мμ, (фильтр 1) %	132	140	119	114	107	100	—
Спектральный состав флуоресценции (%) при возбуждении линиями							
254 мμ	27	28	29	25	26	36	3
280 мμ	26	25	23	24	25	35	5

Примечание. Осадки получены: №№ 1, 2 — осаждением ацетоном; №№ 3, 4, 5 — упариванием в вакууме; толщина пленки возрастает слева направо.

нетрудно видеть, что в спектре возбуждения имеется провал в области поглощения нуклеиновых кислот, что и следовало ожидать при предположении, что энергия, поглощенная последними, не передается на белок. Аналогичные кривые были получены для обычных пекарских дрожжей и микобактерии *Mycobacterium restrictum*. Из сказанного можно сделать вывод, что электронная энергия возбуждения не может передаваться от пуриновых и пиримидиновых оснований нуклеиновых кислот на ароматические группы белков.

Накопившийся в настоящее время экспериментальный материал позволяет уже с известной уверенностью утверждать, что в пределах одной белковой молекулы возможна миграция энергии, осуществляющаяся по механизму индуктивного резонанса от поглощающей свет группы к акцептору энергии. Это, разумеется, не означает, что передача энергии в принципе не может осуществляться каким-либо другим бездиффузионным путем. Особенно заманчива возможность передачи энергии по триплетным уровням, которая была доказана для небиологических систем⁽¹⁰⁾ и представляет большой биологический интерес вследствие высокой реакционной способности соединений, находящихся в триплетном состоянии⁽¹¹⁾.

Пользуюсь возможностью выразить свою глубокую признательность акад. А. Н. Теренину и проф. А. А. Красновскому за постоянные консультации и внимание.

Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова

Поступило
16 V 1957

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ V. G. Shore, A. B. Pardee, Arch. Biochem. and Biophys., **60**, 100 (1956).
- ² Ю. А. Владимиров, С. В. Конев, Биофизика, **2**, 3 (1957). ³ С. В. Конев, Тез. докл. на 2 Всесоюз. конф. по фотосинтезу, М., 1957. ⁴ J. Teale, R. Weber, Biochem. J., **61**, 203 (1957). ⁵ Th. B. Ucher, J. Kasper, Biochem. and Biophys. Acta, **1**, 21 (1947). ⁶ Th. Banister, Arch. Biochem. and Biophys., **49**, 222 (1954).
- ⁷ V. G. Shore, A. B. Pardee, Arch. Biochem. and Biophys., **62**, 355 (1956). ⁸ Ю. А. Владимиров, Тез. докл. на 2 Всесоюз. конф. по фотосинтезу, М., 1957.
- ⁹ В. Л. Левшин Фотолуминесценция жидких и твердых веществ, М., 1951. ¹⁰ А. Н. Теренин, В. Л. Ермолаев, ДАН, **85**, 547 (1952); Trans. Farad. Soc., **52**, 1042 (1956).
- ¹¹ А. Н. Теренин, Фотохимия красителей и родственных органических соединений, М., 1947.

Доклады Академии наук СССР
1957. Том 116, № 5

БИОФИЗИКА

З. Н. ФАЛЕЕВА

ДИНАМИКА КЛЕТОЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ
КРОВИ МЫШЕЙ ПРИ ДЕЙСТВИИ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ
В УСЛОВИЯХ ЭКРАНИРОВАНИЯ КОНЕЧНОСТИ
И ЛОКАЛЬНОГО ЕЕ ОБЛУЧЕНИЯ

(Представлено академиком Л. А. Штерн 30 V 1957)

Данные о терапевтическом эффекте инъекций неповрежденного костного мозга облученным животным (1-4) указывали на благотворное влияние интактного мозга при лучевом повреждении животного организма. Об этом же свидетельствовали результаты опытов, в которых при дозах, летальных при

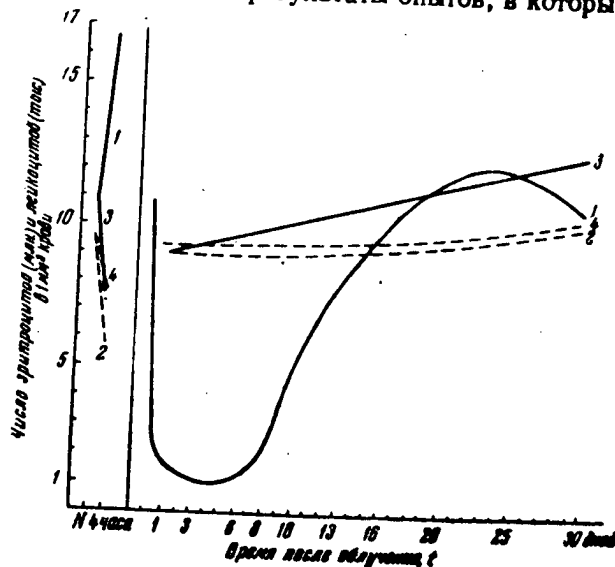


Рис. 1. Количество форменных элементов в 1 мм³ крови в разные сроки после общего облучения дозой 700 г с экранированием одной конечности (1 и 2) и после ее локального облучения такой же дозой (3 и 4). 1 и 3 — лейкоциты, 2 и 4 — эритроциты

нировании их при общем облучении животных — с другой, сходны с таковой при общем облучении.

Объектом исследования служили взрослые белые мыши весом 18—20 г. Защита от облучения осуществлялась свинцовыми экранами толщиной 3 мм. Облучение производилось однократно рентгеновскими лучами в дозе 700 г при следующих условиях: напряжение 170 кв, ток 10 ма, расстояние 22 см, фильтр 0,5 мм Cu + 0,75 мм Al, мощность дозы 51,7—58 г/мин.

Кровь для исследования бралась из сосудов хвоста на протяжении 1 мес. после облучения. На каждый срок было использовано не менее четырех мышей. Для установления лейкоцитарной формулы готовились мазки, которые фиксировались метиловым спиртом и окрашивались азур-эозином в модификации Максимова. Для каждого животного просчитывалось 200 клеток и брались средние для четырех животных, исследованных на этот срок. Морфологические изменения в крови подопытных животных прослежи-

в общем облучении, выжила часть животных с экранированными 1—2 конечностями (3—4). Некоторые авторы отмечают даже при локальных воздействиях изменения, специфичные для действия ионизирующей радиации (5).

В наших опытах изучались состав и численность клеток крови, а также жизнеспособность животных при общем облучении с экранированием одной задней конечности и при ее локальном облучении. Мы исследовали, в какой мере картина периферической крови при локальном повреждении участков костного мозга, с одной стороны, и экранировании с другой, сходны с тако-

F. A. Vladimirov (1959)

Fluor. spectra of arom. a. a. in 0.1M Na_2HPO_4 (pH = 8.2) are illustr in Fig. 1. The max Fl. of tyr. (302 mu) & the 1st max of trypt (346 mu) are close to the maxima found by Teale & Weber (303 & 348 mu)

Fz -

Известия Академии наук СССР

Серия физическая

т. XXIII, № 1, 1959 г.

МАТЕРИАЛЫ VI СОВЕЩАНИЯ ПО ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ
(МОЛЕКУЛЯРНАЯ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ И ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЙ АНАЛИЗ)
(Ленинград, 17—23 февраля 1958 г.)

Ю. А. Владимиров

ФЛУОРЕСЦЕНЦИЯ АРОМАТИЧЕСКИХ АМИНОКИСЛОТ
В РАСТВОРАХ, КРИСТАЛЛАХ И БЕЛКАХ

F. A. Vladimirov

*The Fluorescence of Aromatic
Amino Acids in Solution —
Crystals and Proteins*

ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК СССР

Т. XXIII, № 1

СЕРИЯ ФИЗИЧЕСКАЯ

1959

Ю. А. ВЛАДИМИРОВ

ФЛУОРЕСЦЕНЦИЯ АРОМАТИЧЕСКИХ АМИНОКИСЛОТ
В РАСТВОРАХ, КРИСТАЛЛАХ И БЕЛКАХ

Изучение флуоресценции веществ, как известно, дает возможность не только судить о состоянии молекул в системе, но и позволяет исследовать энергетические взаимодействия между молекулами.

В предыдущем исследовании было показано, что присоединение к молекуле гемоглобина флуоресцирующего красителя делает возможной миграцию энергии кванта света с красителя на геммовую группу, что приводит к отщеплению от последней окиси углерода [1]. Была предложена возможность резонансной миграции энергии между молекулами ароматических аминокислот в пределах всякой белковой молекулы. В концентрированных растворах тирозина и триптофана наблюдалось концентрационное тушение флуоресценции, которого не обнаруживалось в кристаллах аминокислот [2]. Представляло интерес изучить спектры флуоресценции аминокислот в упомянутых системах для выяснения возможности их энергетического взаимодействия.

Исследование спектров флуоресценции растворов аминокислот производилось Боуманом и др. [3], более точные измерения были сделаны Тилом и Вебером [4]. Нами использовалась установка, состоящая из монохроматора СФ-4, фотоумножителя ФЭУ-18, двухкаскадного избирательного усилителя и осциллографа 30-7 в качестве пикового вольтметра. Усилитель представлял собой первые два каскада усилителя Сушинского [5]. Флуоресценция возбуждалась светом ртутно-кварцевой лампы высокого давления ПРК-7 (1000 W), пропущенным через газовый хлор-бромный фильтр. Объект освещался спереди. Поглощение растворов не превышало 0,1—0,2; поглощение кристаллов равнялось единице. Исследовались спектры флуоресценции растворов и порошков аминокислот: тирозина, триптофана и фенилаланина, а также растворов белков: зеина, арахина, сывороточного альбумина человека и яичного альбумина.

Были использованы следующие обозначения n_{λ} , $\frac{\text{кванты}}{\Delta\lambda}$ — интенсивность флуоресценции с поправкой на спектральную чувствительность прибора;

$T = 1 - \frac{I}{I_0}$ — поглощение возбуждающего света исследуемым раствором.

Спектры флуоресценции ароматических аминокислот в растворе 0,1 M Na₂HPO₄ изображены на рис. 1. Максимумы флуоресценции тирозина (302 мμ) и первый максимум триптофана (346 мμ) близки к максимумам, найденным Тилом и Вебером (303 и 343 мμ). Второй, расплывчатый, максимум флуоресценции триптофана (360—365 мμ) обусловлен, возможно, тем, что нами использовался рацемат триптофана, тогда как Тил и Вебер использовали L-триптофан. Найденный Тилом и Вебером максимум фенилаланина (282 мμ) в наших измерениях оказался состоящим из трех небольших максимумов: 282, 285 и 289 мμ, кроме того, намечается максимум при 303—305 мμ. Эти четыре максимума флуоресценции фенилаланина соответствуют четырем максимумам его поглощения: 283,5; 258; 252 и 247 мμ. Характерно, что в кристаллах фенилаланина также наблюдаются четыре максимума флуоресценции (рис. 2).

Флуоресценция ароматических аминокислот в растворах, кристаллах и белках 87

Исследование спектров флуоресценции порошков аминокислот затруднено влиянием реабсорбции. Тем не менее из рис. 2 видно, что флуоресценция кристаллических аминокислот отличается по спектру от флуоресценции растворов: в случае фенилаланина наблюдается длинноволновый

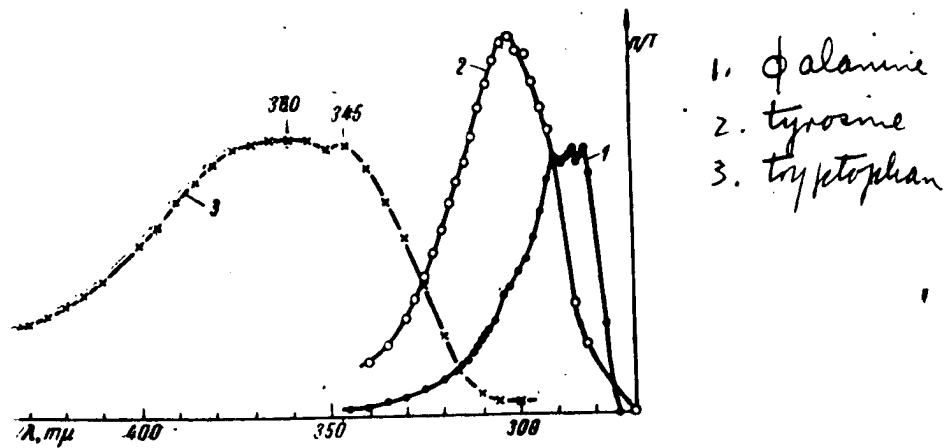


Рис. 1. Спектры флуоресценции растворов в 0,1 M Na_2HPO_4 (рН = 8,2): 1 — фенилаланина, 2 — тирозина, 3 — триптофана

сдвиг всех четырех максимумов флуоресценции, в случае триптофана максимум флуоресценции сильно сдвинут в кристаллах в коротковолновую область. Действительный коротковолновый сдвиг флуоресценции тиро-

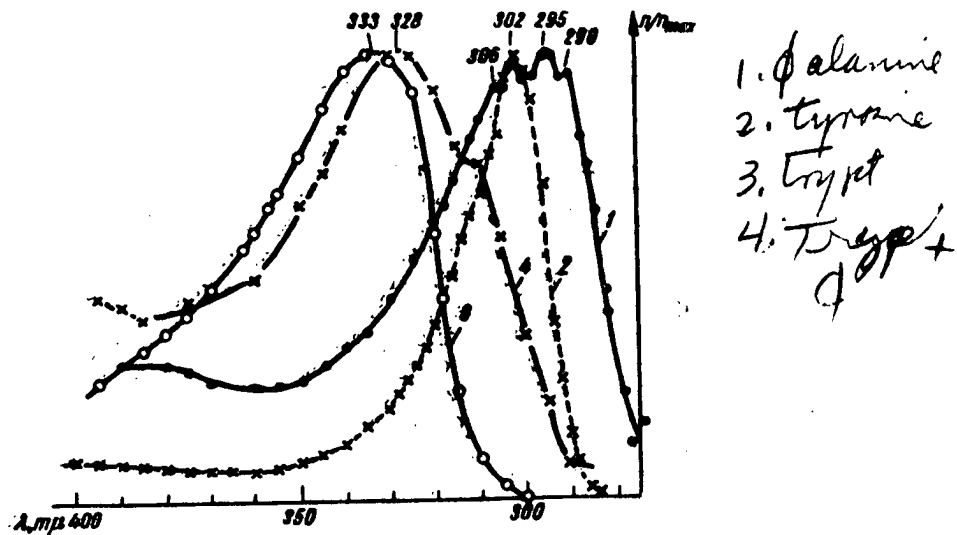


Рис. 2. Спектры флуоресценции порошков: 1 — фенилаланина, 2 — тирозина, 3 — триптофана, 4 — смешанных кристаллов 1 и 3

зина и триптофана, очевидно, больше наблюдаемого, поскольку эффект реабсорбции был в этих опытах довольно значительным (полное поглощение возбуждающего света).

При изучении спектров возбуждения триптофановой флуоресценции в смешанных кристаллах фенилаланина и триптофана была показана воз-

мощность сенсibilизированной фенилаланином флуоресценции триптофана [2]. Спектр флуоресценции такого порошка фенилаланина с небольшой примесью триптофана (триптофаном поглощалось менее 0,1 возбуждающего света) изображен на рис. 2. Нетрудно видеть, что флуоресцен-

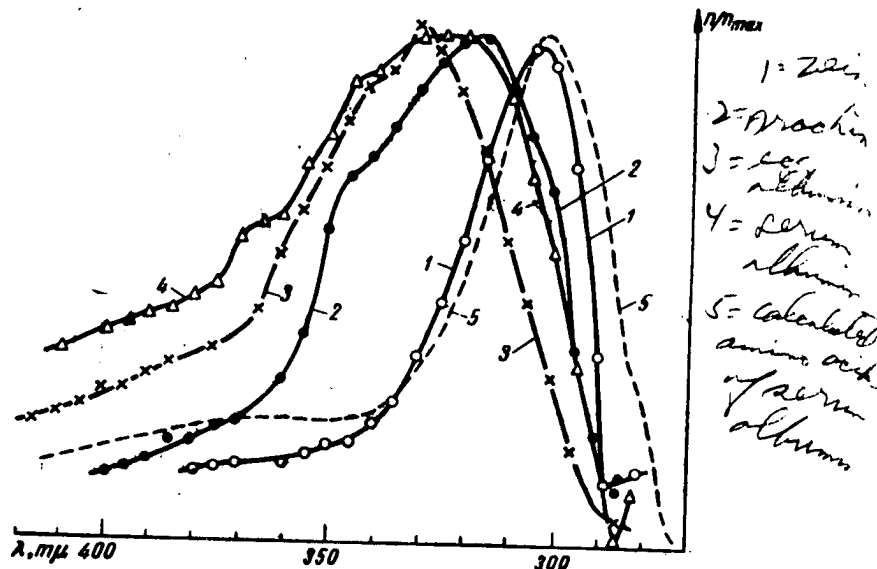


Рис. 3. Спектры флуоресценции растворов: 1 — зеина, 2 — арахина, 3 — яичного альбумина, 4 — сывороточного альбумина, 5 — аминокислот сывороточного альбумина (рассчитано)

ция таких смешанных кристаллов принадлежит практически одному триптофану, что подтверждает вывод, полученный ранее путем измерения спектров возбуждения, о миграции энергии в смешанных кристаллах этих аминокислот.

Результаты измерения спектров флуоресценции четырех белков приведены на рис. 3. Ни в одном случае не наблюдается максимумов, свойственных фенилаланину; максимум 304 мμ, характерный для тирозина, отчетливо выражен лишь у зеина — белка, не содержащего триптофан. Яичный и сывороточный альбумины имеют по одному, хорошо выраженному максимуму при 329 и 325 мμ. Арахин имеет отчетливый максимум при 317 мμ и два более слабых при 300 и 345 мμ. Хотя полная интерпретация полученных данных станет возможной лишь после более подробного изучения флуоресценции многих белков, здесь нельзя не отметить некоторых особенностей наблюдаемых спектров. Прежде всего при включении тирозина в пептидную цепочку спектр его флуоресценции, по-видимому, существенно не меняется. Так, у глицил-тирозина максимум флуоресценции в растворе был найден при 304 мμ, этот же максимум наблюдается и в зеине, содержащем 29 молекул тирозина на молекулу белка и не содержащем триптофан. С другой стороны, максимумы флуоресценции арахина, яичного и сывороточного альбуминов, т. е. белков, содержащих триптофан, лежат в более длинноволновой области (317—329 мμ). Можно думать, что флуоресценция в этой области присуща триптофану в молекуле белка, где она близка по спектру к флуоресценции триптофана, включенного в кристаллическую решетку (327 мμ).

Сравнение найденных в опыте спектров флуоресценции белков с рассчитанными спектрами смесей составляющих аминокислот (рис. 3 и таблица) показывает, что флуоресценция белков распределяется в основном флуоресценцией триптофана, тогда как на основании аминокислотного

Флуоресценция ароматических аминокислот в белках 89

Флуоресценция ароматических аминокислот в белках

Белок	Число молекул аминокислоты в молекулу белка [8]			$\frac{F_{\text{бел}}}{F_{\text{св}}}$		$\frac{F_{\text{бел}}}{F_{\text{св}}}$	
	Фенил-аланин	Тирозин	Триптофан	А	В	А	В
Земля	44	28	0	0,30	0,13	0,23	0,21
Арахис	43	31	2	0,28	0,18	0,58	0,95
Яичный альбумин	21	9	3	0,34	0,10	1,11	2,20
Сывороточный альбумин	33	18	1	0,32	0,18	0,25	1,53

Примечание. А — результаты спектров (рис. 3), В — результаты по соотношению аминокислот в белке [8].

составе белков [8] можно было предположить, что в такой флуоресценции решающую роль будут играть тирозин.

Но если внимательно рассмотреть этого явления самым простым нам кажется предположение о миграции энергии с фенилаланина на тирозин и триптофан и с тирозина на триптофан в молекуле белка.

Приношу глубокую благодарность А. Н. Таранкину и А. А. Красновскому за руководство работой.

Цитированная литература

1. Владимирова Ю. А., Доклады АН УССР, 1967.
2. Владимирова Ю. А., Докл. АН СССР, 196, 190 (1967).
3. Nowman M. L., Caulfield P. A., Udenfriend S., Science, 122, 32 (1955).
4. Thiele F. W. J., Weber G., Biochem. J., 45, 478 (1957).
5. Сущинский М. Н., Ж. эксперим. и теор. биол., 25, 304 (1960).
6. Основы химии белковых веществ, под ред. Ф. Кабреля и М. Давид, МГУ, М., 1958.